

Ćwiczenie Nr 320

Temat: **Pomiar pracy wyjścia termoelektronów**

0. Zagadnienia teoretyczne:

1. Zależność oporu metali od temperatury, zjawisko termoemisji elektronów.
2. Praca wyjścia elektronów z metalu, wzór Richardsona, budowa diody lampowej.

I. Literatura

1. Hannel J., Lampy elektronowe, WNT, W-wa 1968.
2. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, praca zbiorowa pod red. T.Rewaja, PWN, W-wa 1978.

II. Metoda pomiarowa

Wartość pracy wyjścia termoelektronów należy wyznaczyć ze wzoru:

$$A = \frac{k \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \left(\frac{I_2 \cdot T_1^2}{I_1 \cdot T_2^2} \right)$$

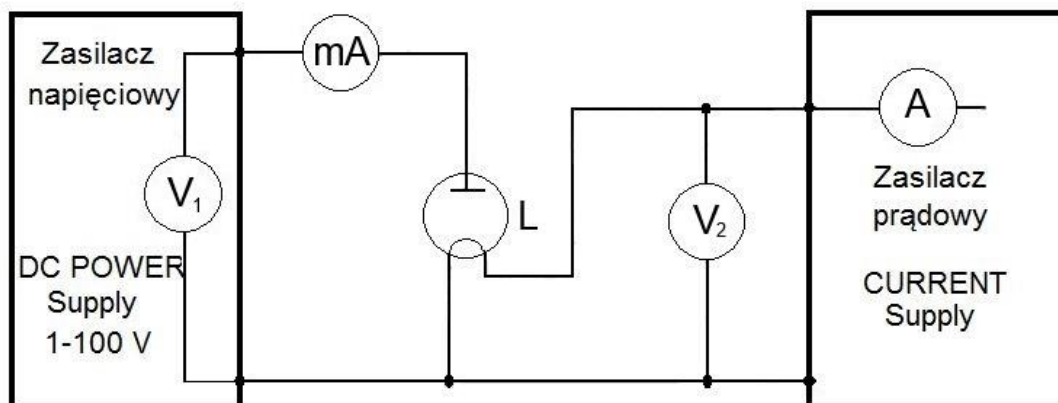
gdzie: I_1, I_2 - wartości natężenia prądu nasycenia przy tym samym napięciu anodowym oraz temperaturach żarzenia katody równych odpowiednio: T_1 i T_2 .

III. Przyrządy

1. Lampa (dioda z wolframowym włóknem żarzenia) - L,
2. Zasilacz napięciowy DC POWER SUPPLY (1 ÷ 110 V) - U_a ,
3. Miliamperomierz cyfrowy - I_a ,
4. Zasilacz prądowy CURRENT SUPPLY (0 ÷ 3 A) - I_2 ,
5. Woltomierz cyfrowy DIGITAL VOLTMETER V544 - V_2 ,

IV. Wykonanie ćwiczenia:

1. Połączyć układ wg schematu



2. Ustawić wartość prądu żarzenia na około $I_z=2,70$ A. Zanotować **dokładne** wartości prądu żarzenia I_z i napięcia żarzenia U_z (do trzeciego miejsca po przecinku), gdyż od nich w dużej mierze zależy wartość wyniku końcowego.
3. Przy stałej wartości prądu żarzenia wykonać pomiar zależności prądu anodowego I_a od napięcia anodowego U_a . W tym celu wartość napięcia anodowego zmieniać co 5V od wartości 0V do 115V notując każdorazowo wartość natężenia prądu I_a .
4. Pomiar opisany w punktach 2 i 3 powtórzyć dla trzech innych prądów żarzenia $I_z=2,75$ A; $2,80$ A; $2,85$ A.
5. Na wspólnym rysunku wykreślić cztery charakterystyki prądowo napięciowe lampy $I_a=f(U_a)$ uzyskane przy różnych wartościach prądu żarzenia (tzn. dla różnych temperatur katody).
6. Wyznaczyć wartość prądu nasycenia I_n (wartości I_1, I_2, I_3, I_4) dla każdej charakterystyki. Przyjąć, że jest to średnia arytmetyczna czterech ostatnich wartości prądu I_a odpowiadających maksymalnym wartościom napięć U_a .
7. Dla każdej charakterystyki, korzystając z prawa Ohma, obliczyć opór katody R_T ($R_{T1}, R_{T2}, R_{T3}, R_{T4}$):

$$R_T = \frac{U_z}{I_z}$$

Znając wartość oporu R_T obliczyć temperaturę katody z równania

$$T=T_0+\Delta t$$

gdzie

$$\Delta t = \frac{R_T - R_0}{\alpha \cdot R_0}$$

$T_0= 273,15$ K (temperatura zera $^{\circ}\text{C}$)

$R_0= 0,06$ Ω (rezystancja katody w temperaturze T_0)

$\alpha = 0,0046$ K^{-1} (współczynnik dla wolframu)

8. Dla każdej pary charakterystyk (I_1, I_2), (I_1, I_3), (I_1, I_4), (I_2, I_3), (I_2, I_4), (I_3, I_4) i odpowiadających im par temperatur obliczyć pracę wyjścia termoelektronów. Dla charakterystyki 1 i 2 wzór ma postać:

$$A = \frac{k \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \left(\frac{I_2 \cdot T_1^2}{I_1 \cdot T_2^2} \right)$$

I_1 i I_2 to prądy nasycenia odpowiednio pierwszej i drugiej charakterystyki, a T_1 i T_2 to odpowiadające tym charakterystykom temperatury katody. Dla pozostałych par charakterystyk należy we wzorze zmienić odpowiednie indeksy. Stałą Boltzmanna przyjąć: $k=8,6167 \cdot 10^{-5} \text{eV} \cdot \text{K}^{-1}$

9. Obliczyć średnią wartość pracy wyjścia \bar{A} i odchylenie standardowe tej średniej $u(\bar{A})$.
10. Wyniki zebrać w tabelach:

Tab.1.

Lp.	$I_z=$ [A] $U_z=$ [V]		$I_z=$ [A] $U_z=$ [V]		$I_z=$ [A] $U_z=$ [V]		$I_z=$ [A] $U_z=$ [V]	
	U_a [V]	I_a [mA]	U_a [V]	I_a [mA]	U_a [V]	I_a [mA]	U_a [V]	I_a [mA]
1.	0		0		0		0	
2.	5		5		5		5	
3.	10		10		10		10	
4.	15		15		15		15	
5.	20		20		20		20	
6.	25		25		25		25	
7.	30		30		30		30	
8.	35		35		35		35	
9.	40		40		40		40	
10.	45		45		45		45	
11.	50		50		50		50	
12.	55		55		55		55	
13.	60		60		60		60	
14.	65		65		65		65	
15.	70		70		70		70	
16.	75		75		75		75	
17.	80		80		80		80	
18.	85		85		85		85	
19.	90		90		90		90	
20.	95		95		95		95	
21.	100		100		100		100	
22.	105		105		105		105	
23.	110		110		110		110	
24.	115		115		115		115	

Tab. 2.

Lp.	I_n [A]	R_T [Ω]	Δt [K]	T [K]
1.				
2.				
3.				
4.				

Tab. 3.

A [eV]	
A_{12}	
A_{13}	
A_{14}	
A_{23}	
A_{24}	
A_{34}	
\bar{A}	
$u(\bar{A})$	

$$u(\bar{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i,j} (\bar{A} - A_{ij})^2}{6 \cdot 5}}$$

A_{ij} to odpowiednio A_{12} , A_{13} , A_{14} , A_{23} , A_{24} , A_{34} (6 liczb)